

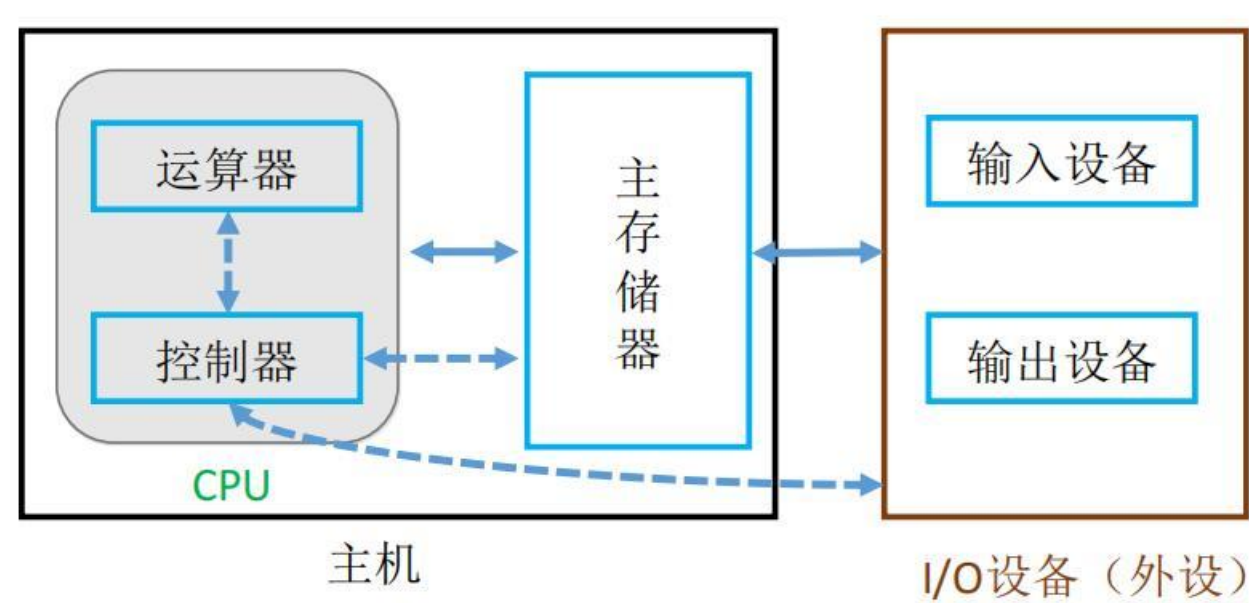
# 王道考研——计算机组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

## 第二章 数据的表示和运算

1

### 现代计算机的结构



数据如何在计算机中表示？

运算器如何实现数据的算数、逻辑运算？



王道考研/CSKAOYAN.COM

2

本节内容

# 进位计数制

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

## 知识总览

十进制、二进制、八进制、十六进制

★ 其他进制 ——> 十进制

★ 二进制、八进制、十六进制之间的相互转换

★ 十进制 ——> 其他进制

真值和机器数

进位计数制

王道考研/CSKAOYAN.COM

4

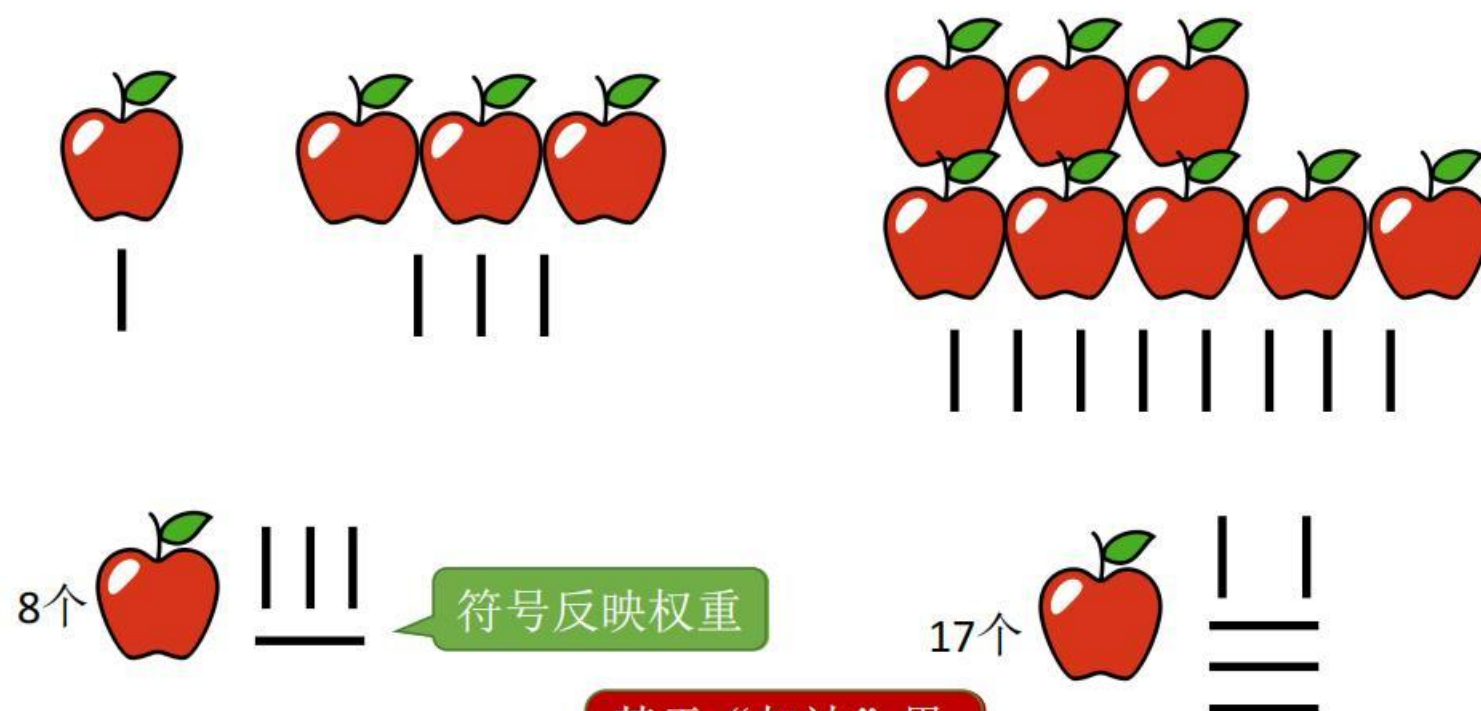


## 最古老的计数方法



罗马数字的几种符号与对应权重

基本字符	I	V	X	L	C	D	M
相应的阿拉伯数字表示为	1	5	10	50	100	500	1000



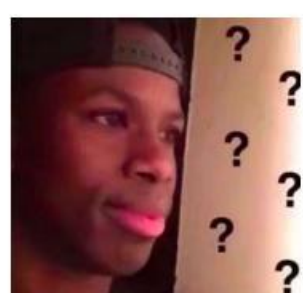
基于“加法”思想的计数方法

I—1、II—2、III—3、IIII—4 (IV)、V—5  
X—10、XI—11、XII—12、XIII—13  
MDCLXVI—1666、MDCCCLXXXVIII—1888

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

## 十进制计数法



古印度人发明的阿拉伯数字：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

符号反映权重

十进制：

975.36

符号所在的位置也反映权重

$$9 \times 100 + 7 \times 10 + 5 \times 1 + 3 \times 0.1 + 6 \times 0.01$$

基于“乘法”思想的计数方法

$$9 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

八进制发明者？（误）



十进制：  $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + K_2 \times 10^2 + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1} + K_{-2} \times 10^{-2} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m}$$

位权

“进位计数制”

有0~9，共十种符号。  
逢十进一



王道考研/CSKAOYAN.COM

6



## 推广：r 进制计数法

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 \overset{\text{位权}}{K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0$$

$$+ K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

**基数：**每个数码位所用到的不同符号的个数，r 进制的基数为 r

- ① 可使用两个稳定状态的物理器件表示
- ② 0, 1 正好对应逻辑值 假、真。方便实现逻辑运算
- ③ 可很方便地使用逻辑门电路实现算术运算

二进制：0, 1

八进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

十进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

十六进制：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

二进制：101.1  $\rightarrow 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 5.5$

八进制：5.4  $\rightarrow 5 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} = 5.5$

十进制：5.5  $\rightarrow 5 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} = 5.5$

十六进制：5.8  $\rightarrow 5 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = 5.5$

### 六十进制

1	𐎶	11	<𐎶	21	<<𐎶	31	<<<𐎶	41	<<<<𐎶	51	<<<<<𐎶
2	𐎵	12	<𐎵	22	<<𐎵	32	<<<𐎵	42	<<<<𐎵	52	<<<<<𐎵
3	𐎴	13	<𐎴	23	<<𐎴	33	<<<𐎴	43	<<<<𐎴	53	<<<<<𐎴
4	𐎳	14	<𐎳	24	<<𐎳	34	<<<𐎳	44	<<<<𐎳	54	<<<<<𐎳
5	𐎲	15	<𐎲	25	<<𐎲	35	<<<𐎲	45	<<<<𐎲	55	<<<<<𐎲
6	𐎱	16	<𐎱	26	<<𐎱	36	<<<𐎱	46	<<<<𐎱	56	<<<<<𐎱
7	𐎰	17	<𐎰	27	<<𐎰	37	<<<𐎰	47	<<<<𐎰	57	<<<<<𐎰
8	𐎯	18	<𐎯	28	<<𐎯	38	<<<𐎯	48	<<<<𐎯	58	<<<<<𐎯
9	𐎮	19	<𐎮	29	<<𐎮	39	<<<𐎮	49	<<<<𐎮	59	<<<<<𐎮
10	<	20	<<	30	<<<	40	<<<<	50	<<<<<		

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

## 任意进制 $\rightarrow$ 十进制

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 \overset{\text{位权}}{K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0$$

$$+ K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

二进制：10010010.110

$1 \times 2^7 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 146.75$

八进制：251.5

$2 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} = 168.625$

十六进制：AE86.1

$10 \times 16^3 + 14 \times 16^2 + 8 \times 16^1 + 6 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} = 44678.0625$

$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

王道考研/CSKAOYAN.COM

8



## 二进制↔八进制、十六进制

如: 1111000010.01101

二进制 → 八进制

3位一组, 每组转换成对应的八进制符号

001 111 000 010 . 011 010  
1 7 0 2 . 3 2 八进制

二进制 → 十六进制

4位一组, 每组转换成对应的十六进制符号

0011 1100 0010 . 0110 1000  
3 C 2 . 6 8 十六进制

八进制 → 二进制

每位八进制对应的3位二进制

$(251.5)_8 \rightarrow (010\ 101\ 001.101)_2$

十六进制 → 二进制

每位十六进制对应的4位二进制

$(AE86.1)_{16} \rightarrow (1010\ 1110\ 0110.0001)_2$

王道考研/CSKAOYAN.COM

9

## 各种进制的常见书写方式

二进制——  $(1010001010010)_2$

1010001010010**B**

八进制——  $(1652)_8$

十六进制——  $(1652)_{16}$

1652**H**

**0x**1652

十进制——  $(1652)_{10}$

1652**D**

十六进制

adj. hexadecimal ;

十进制

n. decimalism

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

## 十进制→任意进制

十进制 → 任意进制

r 进制:  $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

如: 75.3 整数部分=75

$$\frac{K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0}{r} = K_n \times r^{n-1} + K_{n-1} \times r^{n-2} + \dots + K_2 \times r^1 + K_1 \times r^0 \dots K_0$$

商 ... 余数

任一数码位  $K_i < r$

如: 十进制 → 二进制

r = 2

$$75 \div 2 = 37 \dots 1 \quad K_0$$

$$37 \div 2 = 18 \dots 1 \quad K_1$$

$$18 \div 2 = 9 \dots 0 \quad K_2$$

$$9 \div 2 = 4 \dots 1 \quad K_3$$

$$4 \div 2 = 2 \dots 0 \quad K_4$$

$$2 \div 2 = 1 \dots 0 \quad K_5$$

$$1 \div 2 = 0 \dots 1 \quad K_6$$

$$75D = 1001011B$$

$$(75)_{10} = (1001011)_2$$

除基 取余

$\begin{array}{r} 2 \overline{) 75} \\ 2 \overline{) 37} \\ 2 \overline{) 18} \\ 2 \overline{) 9} \\ 2 \overline{) 4} \\ 2 \overline{) 2} \\ 2 \overline{) 1} \\ 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{array}$	<p>↑ 低位</p> <p>↓ 高位</p>
---	--	-------------------------

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

## 十进制→任意进制

十进制 → 任意进制

r 进制:  $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

如: 75.3 小数部分=0.3

$$(K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}) \times r = K_{-1} \times r^0 + K_{-2} \times r^{-1} + \dots + K_{-m} \times r^{-(m-1)}$$

整数                      小数

如: 十进制 → 二进制

r = 2

$$0.3 \times 2 = 0.6 = 0 + 0.6 \quad K_{-1}$$

$$0.6 \times 2 = 1.2 = 1 + 0.2 \quad K_{-2}$$

$$0.2 \times 2 = 0.4 = 0 + 0.4 \quad K_{-3}$$

$$0.4 \times 2 = 0.8 = 0 + 0.8 \quad K_{-4}$$

$$0.8 \times 2 = 1.6 = 1 + 0.6 \quad K_{-5}$$

.....

$$0.3D = 0.01001... B$$

$\begin{array}{r} \text{乘基} \\ 0.3 \\ \times 2 \\ \hline 0.6 \\ \times 2 \\ \hline 1.2 \\ 0.2 \\ \times 2 \\ \hline 0.4 \\ \dots \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{取整} \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{array}$	<p>↑ 高位</p> <p>↓ 低位</p>
---	---	-------------------------

王道考研/CSKAOYAN.COM

12



### 十进制→二进制（拼凑法）



十进制：260.75、533.125

$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

### 真值和机器数



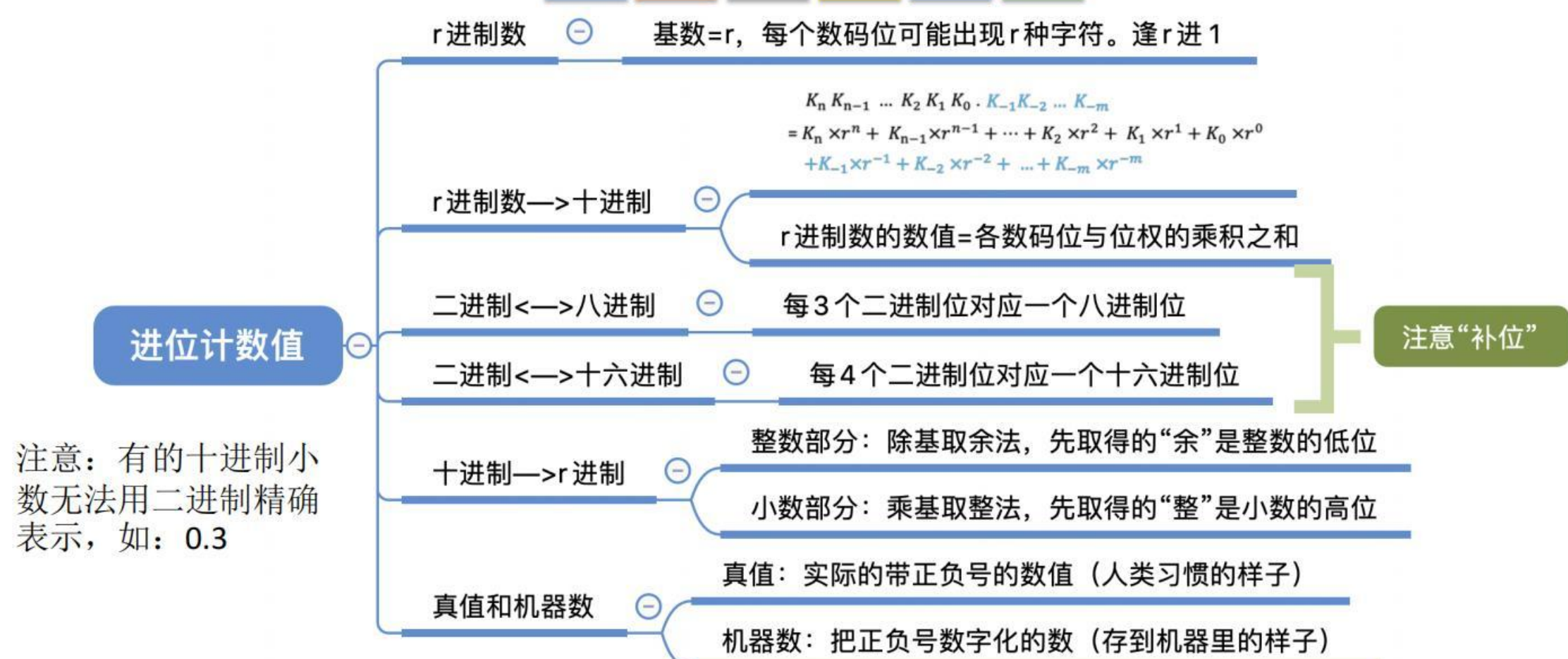
15 → 1111	+15 → 0 1111	→ 原码、反码、补码、移码
8 → 1000	-8 → 1 1000	
真值	机器数	

真值：符合人类习惯的数字  
机器数：数字实际存到机器里的形式，正负号需要被“数字化”

王道考研/CSKAOYAN.COM

14

## 知识回顾与重要考点



$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$
4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

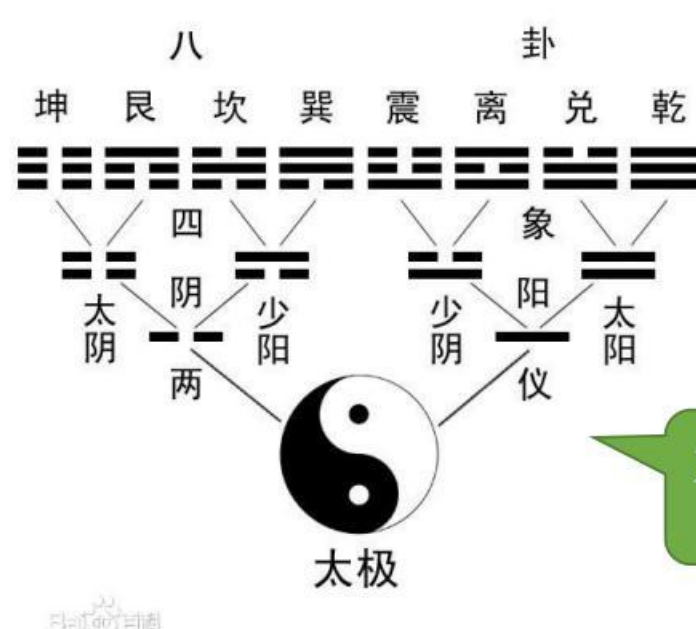
王道考研/CSKAOYAN.COM

15

## 中国古代的二进制系统



算命 十元一次  
你算什么东西？



太极生两仪，两仪生四象，四象生八卦

王道考研/CSKAOYAN.COM

16





@王道论坛



@王道计算机考研备考  
@王道咸鱼老师-计算机考研  
@王道楼楼老师-计算机考研



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道计算机考研



@王道在线